

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-255510

(43)Date of publication of application : 13.09.1994

(51)Int.Cl. B62D 6/00  
 // B62D103:00  
 B62D105:00  
 B62D111:00  
 B62D113:00

(21)Application number : 05-042892 (71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

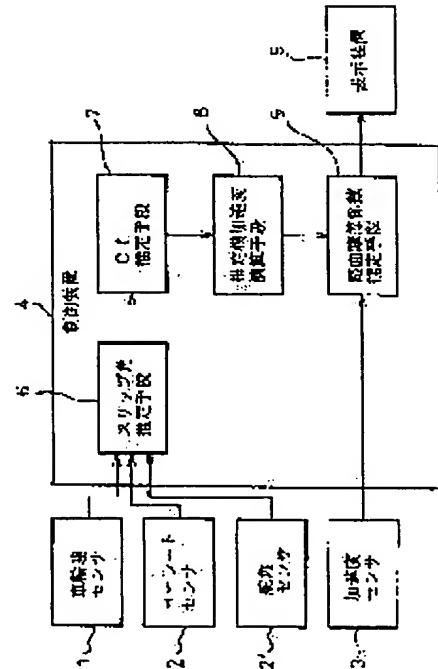
(22)Date of filing : 03.03.1993 (72)Inventor : YAMAUCHI ICHIRO

## (54) ROAD SURFACE FRICTION COEFFICIENT DETECTOR

### (57)Abstract:

PURPOSE: To increase the opportunities at which road surface friction coefficient is detected while an automobile is driven and improve the accuracy of road surface friction coefficient detection by obtaining road surface friction coefficient even during idling or non-idling operation of tire, if a vehicle turns, generating actual transverse acceleration.

CONSTITUTION: The fact that transverse acceleration which is obtained from the relation between a slip angle and cornering force becomes a function of road surface friction coefficient is utilized. A means 5 which assumes a slip angle of wheel from output of various sensors 1, 2, 2', a means 6 which assumes cornering force from the slip angle, and a means 7 which obtains the assumed transverse acceleration from the cornering force are provided. Road surface friction coefficient is obtained by a means 8 based on the ratio of the assumed transverse acceleration obtained from the above-mentioned means to actual transverse acceleration obtained from a means 3 which detects actual transverse acceleration.



特開平6-255510

(43) 公開日 平成6年(1994)9月13日

(51) Int. Cl. 5

識別記号

F I

B62D 6/00  
 // B62D103:00  
 105:00  
 111:00  
 113:00

9034-3D

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全5頁)

(21) 出願番号 特願平5-42892

(22) 出願日 平成5年(1993)3月3日

(71) 出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 山内 一朗

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電  
装株式会社内

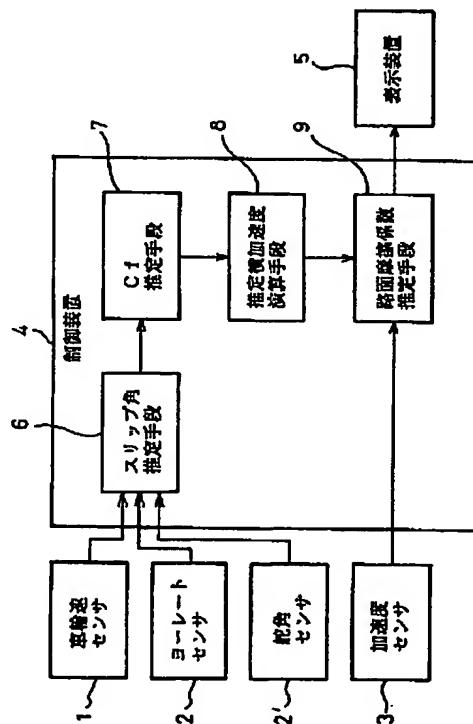
(74) 代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

(54) 【発明の名称】路面摩擦係数検出装置

(57) 【要約】

【目的】 実横加速度が発生する車両の旋回時であれば、タイヤの空転または非空転のいずれの状態であっても路面摩擦係数を求められるようにすることにより、自動車の運転中に路面摩擦係数を検出する機会を増大させる。さらに、路面摩擦係数の検出精度を向上させる。

【構成】 スリップ角とコーナリングフォースの関係から求められる横加速度が、路面摩擦係数の関数となることを利用する。各種センサ1, 2, 2'の出力から車輪のスリップ角を推定する手段5、このスリップ角からコーナリングフォースを推定する手段6、このコーナリングフォースから推定横加速度を求める手段7を設け、以上の各手段から得た推定横加速度と、実横加速度を検出する手段3から得た実横加速度との比から手段8により路面摩擦係数を求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車輪のスリップ角を推定する手段、得られたスリップ角からコーナリングフォースを推定する手段、得られたコーナリングフォースから推定横加速度を演算する手段、実横加速度を検出する手段、および前記推定横加速度と前記実横加速度から路面摩擦係数を推定する手段を具備したことを特徴とする路面摩擦係数検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車のタイヤと路面の間の摩擦係数を検出する路面摩擦係数検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 路面摩擦係数を検出する方法として、従来より種々の提案がされている。例えば、特開昭61-94864号公報には、車輪が滑った時のばね上車輪荷重とブレーキトルクの関係から路面摩擦係数を検出する方法が示されている。また、他の方法として、前輪舵角、後輪舵角、および車速より推定ヨーレートと推定横加速度を演算し、センサから得た実際に発生しているヨーレートと横加速度と比較してスリップ判定を行い、そして、スリップ判定が  $100 \text{ m s}^{-1}$  以上に渡って成立した時の実横加速度より路面摩擦係数を検出する方法も提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 以上のような従来の技術のうち、前者は、①横方向の運動を考慮していないため、旋回時における路面摩擦係数の検出精度が悪くなる、②車輪が滑らなければ路面摩擦係数を検出できないため通常の走行状態では路面摩擦係数を検出する機会がほとんどない、等の課題がある。また、後者においては、①タイヤスリップ状態でなければ路面摩擦係数が検出できないため、通常の走行状態では路面摩擦係数を検出する機会がほとんどない、②コーナリングフォースとタイヤスリップ角が比例関係にあるとして推定横加速度を求めていたため、路面摩擦係数の検出精度が高くなかった、等の課題がある。

【0004】 これに対し本発明は、実横加速度が発生する車両の旋回時であれば、タイヤが空転していないタイヤグリップ状態、およびタイヤが空転しているスリップ状態のいずれの状態であっても路面摩擦係数を求められるようにする。これにより、本発明は、自動車の運転中に路面摩擦係数を検出する機会を増大させることを目的とする。さらに本発明は、路面摩擦係数の検出精度を向上させることを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は、スリップ角とコーナリングフォースの関係から求められる横加速度が、路面摩擦係数の関数とな

ることを利用する。本発明は、各種センサの出力から車輪のスリップ角を推定する手段、このスリップ角からコーナリングフォースを推定する手段、このコーナリングフォースから推定横加速度を求める手段を設け、以上の各手段から得た推定横加速度と、実横加速度を検出する手段から得た実横加速度との比を求め、この比から路面摩擦係数を求める。

## 【0006】

【作用】 上記手段により本発明は、実横加速度が発生する車両の旋回時であれば、タイヤが空転をしていないタイヤグリップ状態、およびタイヤが空転しているスリップ状態のいずれの状態においても路面摩擦係数を求めることができる。これにより、自動車運転中に路面摩擦係数を検出する機会が増大する。また、スリップ角からコーナリングフォースを推定する際に、マップを使用することができるので、コーナリングフォースの推定精度を高めることができ、これに伴い、路面摩擦係数の検出精度を向上することができる。

## 【0007】

【実施例】 以下、本発明の実施例を図を用いて説明する。図2は、本実施例のシステム構成を示す図である。各センサとして、各車輪ロータに車輪速センサ1を設け、車両重心付近にヨーレートセンサ2を設け、さらに舵角センサ2' と加速度センサ3を設ける。これら各センサの出力信号は、制御装置4に入力される。制御装置4は、以下に説明する推定アルゴリズムにより、各センサの出力信号から路面摩擦係数を推定し、この路面摩擦係数を表示装置5に表示することにより、運転者に路面状態を知らせる。

【0008】 図1に、路面摩擦係数の推定アルゴリズムを示す。車輪速センサ1、ヨーレートセンサ2、舵角センサ2'、加速度センサ3の出力信号が制御装置4に入力される。制御装置4は、スリップ角推定手段6、コーナリングフォース推定手段7、推定横加速度演算手段8、および路面摩擦係数推定手段9を具備する。

【0009】 以下に、制御装置4内の各手段の動作を説明する。スリップ角推定手段6は、車輪速センサ1から得た各車輪の車輪速と、ヨーレートセンサ2から得たヨーレートと、舵角センサ2'から得た舵角から、次の

【数1】～【数3】を用いて、前輪と後輪についてスリップ角の推定を行う。タイヤスリップ角は、2自由度の車両運動モデルから、以下の【数1】～【数2】のように表される。

$$[\text{数1}] \quad \beta_1 = \delta - (\beta + I_1, \gamma / V)$$

$$[\text{数2}] \quad \beta_2 = \beta - I_2, \gamma / V$$

## 【0011】

ここで、 $\beta_1$  : 前輪スリップ角 (rad)

$\beta_2$  : 後輪スリップ角 (rad)

$\beta$  : 重心点スリップ角 (rad)

$\delta$  : 前輪タイヤ角 (rad)

$I_f$  : 前輪車軸重心間距離 (m)  
 $I_r$  : 後輪車軸重心間距離 (m)  
 $\gamma$  : ヨーレート (rad/sec)  
 $V$  : 車速 (m/sec)

【数1】 [数2] 中の  $I_f$ 、 $I_r$  は車両により決まるものである。車速  $V$  は車輪速センサ 1 から得た車輪速信号により求めることができる。前輪タイヤ角  $\delta$  は舵角より求めることができる。

【0012】 [数1] [数2] 中の重心点スリップ角  $\beta$  は、次の [数3] により求める。

【数3】  $\beta = \int (K_r G_r / V - \gamma) dt$   
 ここで、 $K_r$  : 横加速度のロール成分補正係数  
 $G_r$  : 横加速度 (m/sec<sup>2</sup>)  
 $\gamma$  : ヨーレート (rad/sec)

【0013】 次に、コーナリングフォース推定手段 7 は、前輪について推定したスリップ角  $\beta_f$  と、後輪について推定したスリップ角  $\beta_r$  から、図 3 に示すマップを用いてコーナリングフォース  $C_f$  を推定する。このスリップ角-C  $f$  特性のマップは、車両実験によるデータに基づいて決められる。まず、前後スリップ率をゼロにしてレーンチェンジ試験を行い、スリップ角-C  $f$  特性マップを決める。次に、前後スリップ率を変えて同様の試験を行い、必要な前後スリップ率において試験を行う。

【0014】 図には、前後スリップ率を変えて得た3つの特性曲線が示されている。前後スリップ率=0の曲線が一番上に示され、以下前後スリップ率が大きくなる程、その特性曲線は下に移動する。前輪について推定したスリップ角  $\beta_f$  と、後輪について推定したスリップ角  $\beta_r$  から、マップを用いてコーナリングフォース  $C_f$  を推定する際には、前輪および後輪の車輪速センサ 1 から求めた前後スリップ率を求め、この前後スリップ率をパラメータとしてスリップ角から  $C_f$  を推定する。

【0015】 本実施例においては、スリップ角から  $C_f$  を得る際に、上記のようなマップを用いているため、スリップ角が大きい領域においても、実横加速度に近い推定横加速度を得ることができる。前記従来例のようにスリップ角と  $C_f$  を比例関係にあるとして取り扱うと、スリップ角が大きい領域において求められる推定横加速度の精度が低下する。しかし、本実施例においては、スリップ角が大きい領域においても、実横加速度に近い推定横加速度を得ることができる。

【0016】 さらに本実施例においては、スリップ角から  $C_f$  を得る際に、前後スリップ率をパラメータとして特性曲線を変化させている。これにより、車輪が空転しないタイヤグリップ時の  $C_f$  を利用して路面摩擦係数が求められるだけでなく、車輪空転時に低下した  $C_f$  を考慮して路面摩擦係数を求めることができる。したがって、本実施例によれば、路面摩擦係数の検出精度を向上することができる。

【0017】 以上のようにして求められたコーナリング

フォース  $C_f$  は、車両の進行方向に対して直角方向に働く力である。したがって、タイヤ4輪の  $C_f$  の和は、車両の横方向に働く力に等しいため、以下の [数4] の関係式が成立する。推定横加速度演算手段 8 は、各車輪におけるコーナリングフォース  $C_f$  の和から次の [数4] を用いて、推定横加速度を演算する。

【数4】  $G_f = C_f / M$   
 ここで、 $G_f$  : 横加速度 (m/s<sup>2</sup>)  
 $M$  : 車両重量 (kg)

10 【0018】 路面摩擦係数推定手段 9 は、推定横加速度演算手段 8 から得た推定横加速度と、加速度センサ 3 から得た実横加速度の比をとり、図 4 に示すマップの (実横加速度/推定横加速度) -  $\mu$  特性を用いて、路面摩擦係数  $\mu$  を推定する。この (実横加速度/推定横加速度) -  $\mu$  特性は、路面摩擦係数  $\mu$  が高い路面においては、実横加速度は推定横加速度とほぼ等しくなり、路面摩擦係数  $\mu$  が低い路面においては、実横加速度は推定横加速度より小さくなるという関係を利用している。

20 【0019】 そして、路面摩擦係数推定手段 9 により求められた路面摩擦係数は、制御装置 4 の出力信号として表示装置 5 に入力される。表示装置 5 は、入力された路面摩擦係数を画面上に表示し、運転者に路面の状態を知らせる。そして、路面摩擦係数が運転に危険な状態になった時には、その危険を運転者に通報し、安全運転を促す。

【0020】 【発明の効果】 本発明によれば、推定横加速度を演算し、実横加速度と推定横加速度との比較により路面摩擦係数を検出している。このため、実横加速度が発生する

30 旋回時であれば、タイヤが空転をしていないタイヤグリップ状態、およびタイヤが空転をしいてるスリップ状態のいずれの状態においても路面摩擦係数を検出することができる。したがって、路面摩擦係数の検出機会が増える。したがって、自動車の運転者に路面の状況を知らせる機会が増えて、安全運転を促進することができる。また、路面摩擦係数を求める際に、自動車の横方向の運動を考慮に入れているために、旋回時の推定精度の悪化を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】 40 【図1】 本発明の実施例の路面摩擦係数の推定アルゴリズムを示すブロック図。

【図2】 本発明の実施例のシステム構成図。  
 【図3】 図1の  $C_f$  推定手段で用いるマップ。  
 【図4】 図1の路面摩擦係数推定手段で用いるマップ。

【符号の説明】

- 1 … 車輪速センサ
- 2 … ヨーレートセンサ
- 2' … 舵角センサ
- 3 … 加速度センサ
- 4 … 制御装置

5 … 表示装置

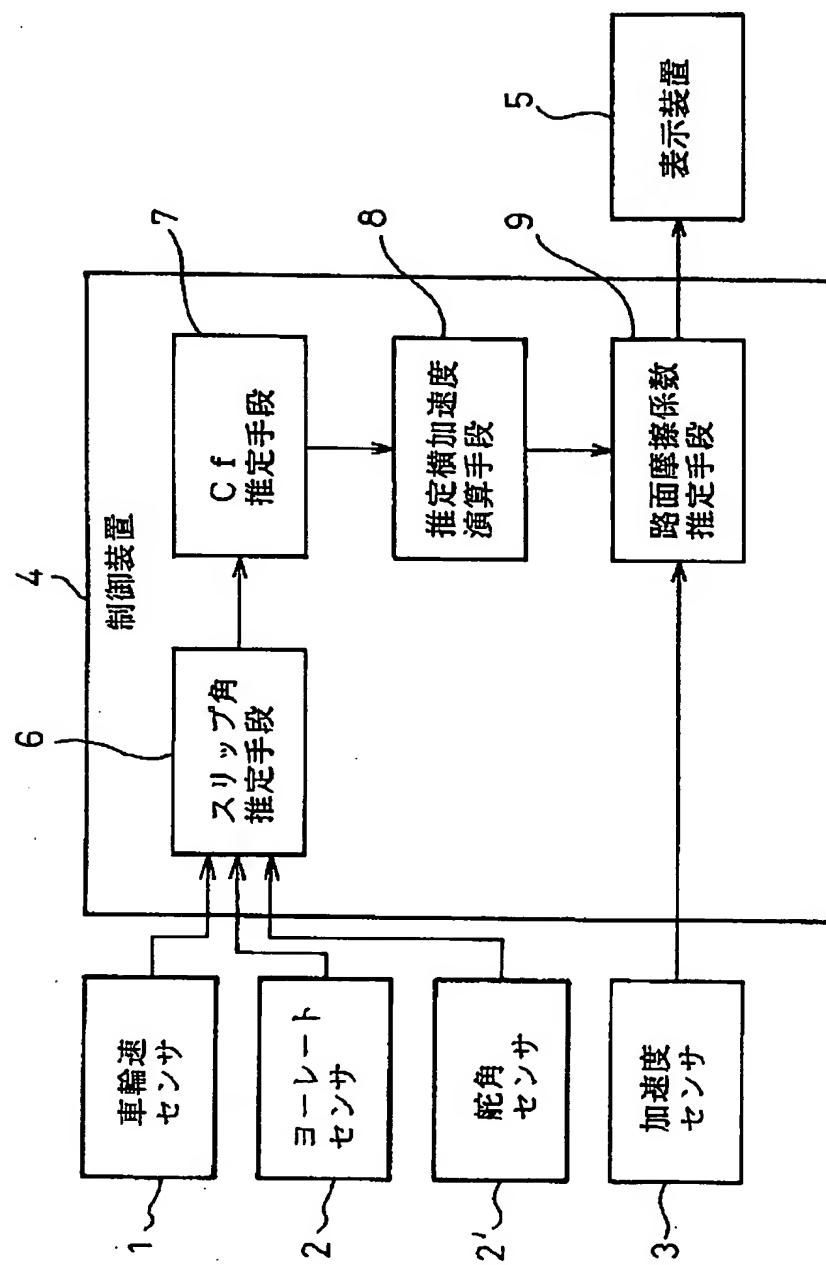
6 … スリップ角推定手段

7 … コーナリングフォース推定手段

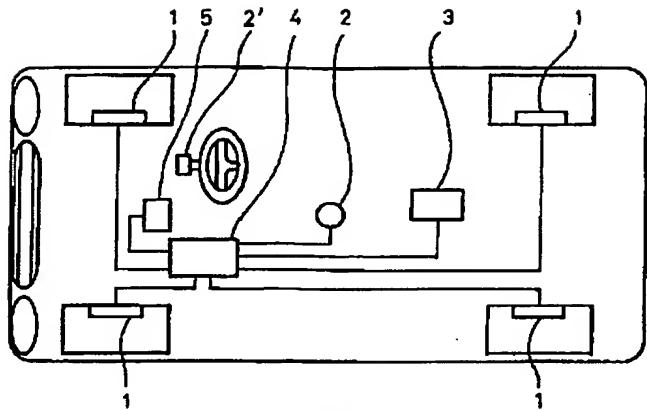
8 … 推定横加速度演算手段

9 … 路面摩擦係数推定手段

【図1】

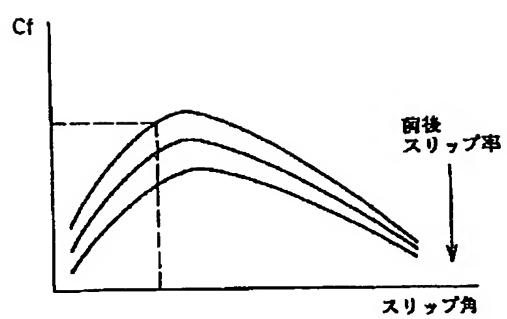


【図2】



1 … 車輪速センサ  
2 … ヨーレートセンサ  
2' … 終角センサ  
3 … 加速度センサ  
4 … 制御装置  
5 … 表示装置

【図3】



【図4】

